

V-442 はり供試体による炭素繊維ネットの引張試験法について

九州大学工学部	正会員	鶴田浩章
九州大学工学部	正会員	牧角龍憲
九州大学工学部	正会員	阪本好史
九州大学大学院	学生員	丸目一弘

1. はじめに

脆性的な破断を生じる連続繊維補強材をコンクリート補強材として適用するためには、コンクリート中の補強材がどのような応力状態にあり、どのような状況で破断が生じるのかを把握することが不可欠である。その把握を行うためには、引張荷重下のひずみ性状を確実に測定できる試験方法を用いる必要がある。そこで著者らは切り欠きを有したはり供試体による引張試験方法について、補強材としては炭素繊維ネット（以下CFNと略する）を対象にした検討を行っている¹⁾。

CFNは面的な補強材であり、実際の断面には複数本の縦線が配置され、曲げの働く部材の引張補強材として用いられる。そこで、引張試験を行うにあたり次のような問題点が挙げられる。

- a) 面的補強材として試験をするには、純引張試験法では供試体幅を十分大きく取ることが難しい。
- b) はり型の供試体を用いるにあたり、ネット材に確実に力が伝達されること、ひび割れ幅の測定が可能であること等が必要である。
- c) CFN自体に曲げが作用して縦線の上下によりひずみ差が生じないことが必要である。

そこで、本研究では実際の補強形態を考えて、はり型の供試体で供試体中央部には切り欠きを設け確実にCFNに力が伝達され、かつ、切り欠き部での変位量の測定が可能であり、曲げが作用しないよう有効高さを十分確保できる方法により試験を行った。実際に切り欠き部のCFNの全ての縦線の上下にひずみゲージを貼付し、ひずみの挙動がどのようにになっているのかを調べ、引張力をCFNのみで受け持つと仮定した場合の $M = T \cdot z$ よりTを求め繊維断面積で除して求めた $\sigma_{f,cal}$ と実際のひずみより算出した σ_f とを比較し、この方法における繊維応力の把握の可能性について報告する。

2. 実験概要

本実験に用いたCFNは48K30mmメッシュ・簡易織りのネットであり、素線はPAN系炭素繊維、素線径は $7\mu m$ 、素線の引張強度は 360kgf/mm^2 、ヤング係数は $2.35 \times 10^6\text{kgf/cm}^2$ 、伸びは1.5%、結合材にはビスフェノール系のエポキシ樹脂を使用した。CFNは実験室において熱硬化させ作成したものであり、平均樹脂含浸率は45.2%であった。供試体は図-1のようなはり型供試体を用い100tonf万能試験機を用い、スパン450mm、荷重スパン100mmの中央2点荷重を行った。CFNは切り欠き部で5本すべての縦線の上下にひずみゲージを貼付し、かぶり10mmで配置した。また、切り欠き部での変位量を測定するためにクリップ型変位計を使用した。

コンクリート打設に際しては普通ポルトランドセメントを使用し、 $G_{max}=10\text{mm}$ 、 $W/C=40\%$ 、スランプ=8cmで行い、湿潤養生後、材齢7日で試験した。なお、切り欠き高さは供試体No. 1、2を125mm、No. 3、4を100mm、No. 5、6を50mmとした。

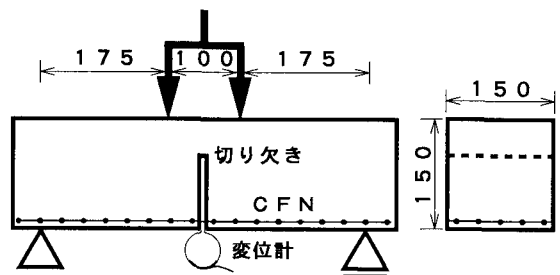


図-1 供試体形状および載荷状況

3. 実験結果および考察

表-1に各供試体の σ_{fcal} と素線強度(360kgf/mm²)に対する比を示す。表中の σ_{fcal} は引張力をCFNのみで受け持つと仮定した場合の最大荷重時の $M=T \cdot z$ よりTを求め繊維断面積で除して求めた最大繊維応力である。この表より素線強度と比較して、ほぼ8割以上の強度比を示しており、CFNの成形状態や樹脂含浸状態によりややばらつきが生じていると考えられるが、妥当な値を示していることがわかる。

次に図-2には切り欠き高さの等しい供試体2体ずつの実際のひずみにより算出した繊維応力の σ_{fcal} に対する比の最大値(σ_{fmax})、平均値(σ_{favg})、最小値(σ_{fmin})が曲げ荷重の増加に伴いどう変化するかを示したものである。この図より σ_{fmax} については荷重1000kgfを除いては強度比が9割以上であり、 σ_{fcal} とほぼ等しい値を示していることがわかる。 σ_{favg} についても強度比8割程度の値を示している。ここで、荷重1000kgfについては切り欠き高さが小さくなるにつれ強度比が低下していることがわかる。これは、引張部コンクリートのひび割れが貫通しておらず全ての引張力をCFNで受け持っていないことを示している。また、CFNにおいては一旦ひずみのばらつきが生じるとそのひずみが均一化されることなく破断ひずみに近づいていくことが報告されており²⁾、最大ひずみを示している縦線が最初に破断することが考えられるので、最大ひずみに着目すると、この試験方法では $M=T \cdot z$ により算定した繊維応力から実際の繊維応力をほぼ推定できると言える。

表-1 σ_{fcal} と強度比

供試体 No.	σ_{fcal} (kgf/mm ²)	素線強度に対する比
1	334	0.93
2	369	1.03
3	316	0.88
4	330	0.92
5	278	0.77
6	314	0.87

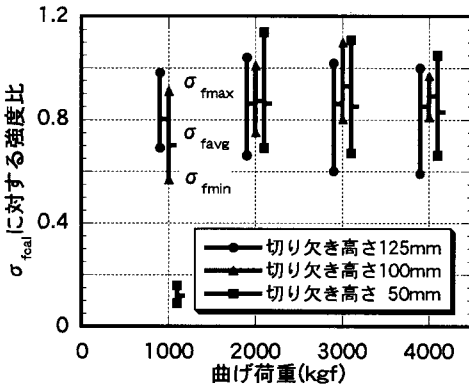


図-2 強度比と曲げ荷重との関係

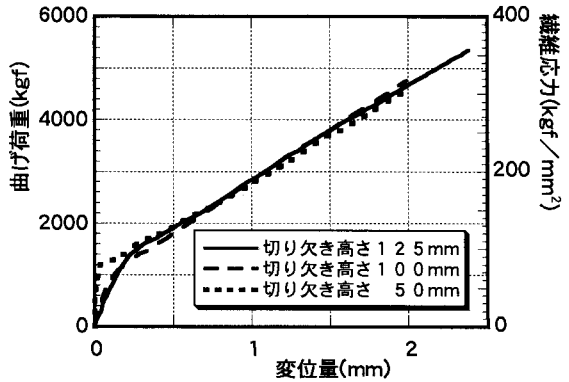


図-3 曲げ荷重と変位量の関係

図-3は切り欠き高さの違いによる荷重と変位量の関係を示す図である。このように切り欠きの高さにより引張部コンクリートの抵抗のために初期状態の違いこそあれ、ほぼ同傾向の挙動を示しているが、強度への影響については明確に出来なかった。また、縦線の上下によるひずみ差については縦線5本中4本の割合で上側ひずみ $\neq$ 下側ひずみとなっており、ほぼ上下均等に引っ張っていると言える。

【謝辞】本実験に使用しました炭素繊維集束線は、大阪ガス株式会社 開発研究所から提供していただきました。また、実験に際しましては九州大学卒論生高尾洋平君の協力を得ました。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 鶴田、牧角、丸目；炭素繊維ネットの引張試験法に関する一検討、土木学会年次学術講演会講演概要集第5部、pp.314-315、1993
- 2) 鶴田、牧角、丸目、阪本；炭素繊維ネットの分担引張力の均等性に関する基礎的実験、コンクリート工学年次論文報告集、1994(投稿中)